

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-353160

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/28
G03F 1/08
G03F 7/20
H01L 21/768
// H05K 3/00
H05K 3/42
H05K 3/46

(21)Application number : 2001-159154

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 28.05.2001

(72)Inventor : SUZUKI KATSUYUKI
TOSE MASATO
YOSHIDA KOJI
OKAWA TADAYUKI

(54) CIRCUIT SUBSTRATE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a circuit substrate and its manufacturing method, in which a sectional shape has an inverted trapezoid shape, and a via hole through hole having a desirable internal wall surface inclined angle can be formed, and sureness of the connection of upper and lower conductor wires arranged via an interlayer insulated film is high.

SOLUTION: In a part corresponding to an inclined internal wall surface of a via hole through hole, a via hole pattern is formed, by alternately arranging a plurality of stripe-like shielding parts and stripe-like transmissive parts and substantially in parallel to each other, and a photomask comprising such a via hole pattern is used. An inclined angle θ of the inclined internal wall surface of the through-hole for via hole is corrected by using the following n-th polynomial approximate equation 1, where s is the width of the stripe-like shielding part, and ϕ is a constant of exposure conditions. There is formed the through-hole for via hole in which a sectional shape has reverse trapezoid one, and an angle θ , with respect to a horizontal direction of an inclined internal wall surface, is in the range of $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$.

$$\theta(s) = \theta = \phi \sum_{k=0}^n C_k s^k \quad (式1)$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.04.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

APR-12-2006 WED 15:03

FAX NO.

P. 37/46

Searching PAJ

第 2 頁・共 2 頁

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Citation 2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-353160

(P2002-353160A)

(43) 公開日 平成14年12月6日 (2002.12.6)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/28		H 0 1 L 21/28	M 2 H 0 9 5
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	D 2 H 0 9 7
	5 0 1		5 0 1 4 M 1 0 4
H 0 1 L 21/788		H 0 5 K 3/00	E 5 E 3 1 7
// H 0 5 K 3/00			3/42 6 1 0 A 5 E 3 4 8
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-158154(P2001-158154)

(22) 出願日 平成13年5月28日 (2001.5.28)

(71) 出願人 000008231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 鈴木 勝之

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 戸瀬 誠人

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100092071

弁理士 西澤 均

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路基板及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 断面形状が逆台形状で、所望の内壁面傾斜角度を有するビアホール用貫通孔を形成することが可能で、層間絶縁膜を介して配設される上部及び下部導体配線の接続信頼性の高い回路基板及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面に対応する部分が、ストリップ状遮光部とストリップ状透光部を複数本、交互に、かつ略平行に配設することにより形成されたビアホールパターンを備えたフォトマスクを用い、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面の傾斜角度 θ を、下記の n 次多項近似式 1

$$f(s) = \theta = \phi \sum_{k=0}^n C_k s^k \quad (\text{式 1})$$

但し、 s : ストリップ状遮光部の幅

ϕ : 露光条件に関する定数

を用いて補正し、断面形状が逆台形状で、傾斜内壁面の水平方向に対する角度 θ を $0.17 \text{ rad} < \theta < 1.40 \text{ rad}$ の範囲のビアホール用貫通孔を形成する。

(2)

特開 2002-353160

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板上に下部導体配線を形成する第 1 の工程と、

前記下部導体配線上に感光性樹脂膜を塗布し、乾燥する第 2 の工程と、

前記感光性樹脂膜に、バターンニング用のフォトマスクを介して露光し、現像、乾燥することにより、基板の厚み方向に切断した場合の断面形状が逆台形状で、傾斜した内壁面（傾斜内壁面）の基板表面に対する傾斜角度 θ が所定の範囲にあるビアホール用貫通孔を備えた樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）を形成する第 3 の工程と、

前記樹脂絶縁膜上に上部導体配線を形成し、樹脂絶縁膜のビアホール用貫通孔を介して、下部導体配線と上部導体配線を導通させる第 4 の工程とを具備する回路基板の製造方法であって、

前記フォトマスクとして、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面に対応する部分が、ストリップ状透光部とストリップ状透光部を複数本、交互に、かつ略平行に配設することにより形成されたビアホールバターンを備えたフォトマスクを用い、

ビアホール用貫通孔の前記傾斜内壁面の基板表面に対する傾斜角度 θ を、下記の n 次多項近似式（式 1）：

【数 1】

$$f(s) = \theta = \phi \sum_{k=0}^n C_k s^k \quad (\text{式 1})$$

但し、 s ：ストリップ状透光部の幅

ϕ ：露光条件に関する定数

を用いて補正することにより、基板の厚み方向に切断した場合の断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の傾斜角度 θ が $0.17 \text{ rad} < \theta < 1.40 \text{ rad}$ の範囲にあるビアホール用貫通孔を形成することを特徴とする回路基板の製造方法。

【請求項 2】前記上部導体配線及び下部導体配線が、Cu、Au、Ag、Al、Ni、Ti、Cr、NiCr、Nb、V、Ta、W、Pt、及び Mo からなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含む材料から形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の回路基板の製造方法。

【請求項 3】前記樹脂絶縁膜が、ポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテン、ビスマレイミドトリアジン、アクリル、及び環状オレフィン系樹脂からなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含む材料から形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の回路基板の製造方法。

【請求項 4】前記第 4 の工程において、樹脂絶縁膜上に上部導体配線を形成するにあたって、真空蒸着法、スパッタリング法、及びメッキ法のいずれかの方法を用いることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の回路基板の製造方法。

【請求項 5】前記フォトマスクとして、前記傾斜内壁面の先端側エッジ部と略平行になるように複数のストリッ

プ状透光部が配設され、かつ、傾斜内壁面への露光量が、前記傾斜内壁面の下方側から上方側に向かって徐々に増大するように、各ストリップ状透光部の幅が、前記傾斜内壁面の下方側に対応するものから、上方側に対応するものに向かって徐々に大きくなるように構成されたフォトマスクを用いることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の回路基板の製造方法。

【請求項 6】前記ストリップ状透光部の幅が、樹脂絶縁膜の厚みの $1/4 \sim 1/20$ の範囲にあり、かつ、各ストリップ状透光部の間隔が、樹脂絶縁膜の厚みの $1/4 \sim 1/20$ の範囲にあることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の回路基板の製造方法。

【請求項 7】前記ストリップ状透光部の本数が、2～10 本であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の回路基板の製造方法。

【請求項 8】請求項 1～7 のいずれかに記載の方法により製造され、基板上に下部導体配線、樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）、及び上部導体配線が配設され、かつ、樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）に形成されたビアホールを介して、下部導体配線と上部導体配線が接続された構造を有する回路基板であって、

所定方向に切断した場合の、前記ビアホールを構成する貫通孔（ビアホール用貫通孔）の断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の基板表面に対する傾斜角度 θ が $0.17 \text{ rad} < \theta < 1.40 \text{ rad}$ の範囲にあることを特徴とする回路基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、回路基板及びその製造方法に関し、詳しくは、層間絶縁膜に設けられた断面形状が逆台形状のビアホール用貫通孔に電極を充填することにより形成されたビアホールを有する、マイクロ波又はミリ波領域で好適に用いられる回路基板及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】近年、無線通信分野においては、マイクロ波、及びミリ波領域で用いられる高周波デバイスに対する小型化・低価格化・高性能化が求められている。そして、伝送線路に関しては、伝送損失が小さく、効率の良い伝送線路が求められており、配線材料には、抵抗が小さい電極材料が要求されている。

【0003】また、配線間の層間絶縁膜には、比誘電率が小さく、かつ誘電正接の小さい誘電体材料が要求されている。

【0004】上記要求を満たすため、電極材料として、Au、Cu、Ag、Al などの低抵抗材料を用い、誘電体材料として、ポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテン、ビスマレイミドトリアジンなどの低誘電率・低誘電正接の有機樹脂を用いた多層構造の回路基板が開発さ

(3)

特開 2002-353160

れている。

【0005】従来、多層構造の回路基板の各層間絶縁膜にビアホールを形成するにあたって、ビアホール用の貫通孔を形成する方法の一つに、図5に示すように、貫通孔（ビアホール用貫通孔）を形成しようとする部分に透光パターン51が形成されたフォトマスク50を用い、このフォトマスク50を、層間絶縁膜となる感光性樹脂膜（図示せず）の上に載せ、紫外線などで露光した後、溶媒により現像し、マスクパターンに従って露光されていない部分の樹脂膜を溶解、除去することにより層間絶縁膜にビアホール用貫通孔を形成する、いわゆるフォトリソグラフィーを利用した方法がある。

【0006】しかしながら、図6に示すように、基板61の表面に形成された下部導体配線62を覆うように形成される層間絶縁膜63の厚みが大きい場合、上記のフォトリソグラフィーを利用した方法によりパターンニングを行ってビアホール用貫通孔を形成すると、層間絶縁膜63に形成されるビアホール用貫通孔64の内壁面64aの傾斜が不十分で、垂直に近い状態のビアホール用貫通孔64が形成されてしまい、層間絶縁膜63上に、上部導体配線65を形成した場合に、図7に示すように、ビアホール用貫通孔64のエッジ部64bで、上部導体配線65が断線し、基板61上に形成された下部導体配線62との導通が得られなくなるという問題点がある。すなわち、上部導体配線65を形成する際に、ビアホール用貫通孔64の内壁面64aに欠陥のない均一な金属膜を被覆させるためには、ビアホール用貫通孔の断面形状が逆台形状で、内壁面が十分な傾斜を有していることが必要になる。

【0007】そこで、断面形状が逆台形状で、内壁面が十分な傾斜を有しているビアホール用貫通孔を形成する方法として、(1)層間絶縁膜となる感光性樹脂膜の解像限界以下の微細パターンを形成する方法、(2)露光マスク上の、スルーホール形成用パターン領域に、感光性樹脂膜の解像限界以下のサイズのパターンを形成したり、そのレイアウトを調整したりする方法、(3)抜きパターンを構成する穴の大きさ、数、配列、間隔、形状などを調整する方法などが提案されている。

【0008】上記(1)の方法は、例えば、露光部が現像時に溶解して除去されるポジ型感光性樹脂を用い、微少な露光量で露光して、露光量に応じた深さまでしか現像されないようにするものであり、この方法によれば、ビアホール用貫通孔の内壁面に傾斜を持たせることが可能になるが、傾斜角度を制御することまではできないのが実情である。

【0009】また、上記(2)及び(3)の方法によれば、ビアホール用貫通孔の形状や、内壁面の傾斜角度を制御することが可能になるが、内壁面の傾斜角度を任意に制御するためには、何度も繰り返して、種々のフォトマスクを試みる必要があり、フォトマスク作製のためにコスト

の増大を招いたり、種々のフォトマスクの確認試験のために多大の時間を要し、効率が悪いという問題点がある。

【0010】本願発明は、上記問題点を解決するものであり、工程の複雑化やコストの増大を招いたりすることなく、断面形状が逆台形状で、所望の内壁面傾斜角度を有するビアホール用貫通孔を形成することが可能な回路基板の製造方法及びかかる製造方法により製造される下部導体配線と上部導体配線の接続信頼性の高い回路基板を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本願発明（請求項1）の回路基板の製造方法は、基板上に下部導体配線を形成する第1の工程と、前記下部導体配線上に感光性樹脂膜を塗布し、乾燥する第2の工程と、前記感光性樹脂膜に、パターンニング用のフォトマスクを介して露光し、現像、乾燥することにより、基板の厚み方向に切断した場合の断面形状が逆台形状で、傾斜した内壁面（傾斜内壁面）の基板表面に対する傾斜角度 θ が所定の範囲にあるビアホール用貫通孔を備えた樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）を形成する第3の工程と、前記樹脂絶縁膜上に上部導体配線を形成し、樹脂絶縁膜のビアホール用貫通孔を介して、下部導体配線と上部導体配線を導通させる第4の工程とを具備する回路基板の製造方法であって、前記フォトマスクとして、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面に対応する部分が、ストリップ状透光部とストリップ状遮光部を複数本、交互に、かつ略平行に配設することにより形成されたビアホールパターンを備えたフォトマスクを用い、ビアホール用貫通孔の前記傾斜内壁面の基板表面に対する傾斜角度 θ を、下記

の n 次多項近似式（式1）を用いて補正することにより、基板の厚み方向に切断した場合の断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の傾斜角度 θ が $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$ の範囲にあるビアホール用貫通孔を形成することを特徴としている。

【0012】

【数1】

$$f(s) = \theta = \phi \sum_{k=0}^n C_k s^k \quad (\text{式1})$$

但し、 s ：ストリップ状透光部の幅
 ϕ ：露光条件に関する定数

【0013】フォトマスクとして、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面に対応する部分が、ストリップ状透光部とストリップ状遮光部を複数本、交互に、かつ略平行に配設することにより形成されたビアホールパターンを備えたフォトマスクを用い、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面の傾斜角度 θ を、上述の n 次多項近似式（式1）を用いて補正することにより、断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の傾斜角度 θ が $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$ の範囲にあるビアホール用貫通孔を効率よく形

(4)

特開2002-353160

6

成することが可能になる。

【0014】例えば、図2に示すように、ストリップ状透光部1a、1b、1c、1d、1eの幅 W_{1a} 、 W_{1b} 、 W_{1c} 、 W_{1d} 、 W_{1e} が、それぞれ1、2、3、4、5 μm で、その間隔、すなわち、ストリップ状透光部2の幅 s が1 μm のフォトマスク（ガラスマスク）10を用いて、図1(d)に示すように、基板11上の下部導体配線12上に配設された感光性樹脂膜（BCB（ベンゾシクロブテン）樹脂膜）13をパターンニングした場合、ストリップ状透光部2の幅 s とビアホール用貫通孔23の内壁面23aの傾斜角度 θ の関係を図3に示す。

【0015】次に、図3の、ストリップ状透光部2の幅 s とビアホール用貫通孔23の内壁面23aの傾斜角度 θ の関係を示す n 次関数、すなわち、 n 次多項近似式（式1）を設定する。

【0016】

【数1】

$$f(s) = \theta = \phi \sum_{k=0}^n C_k s^k \quad (\text{式1})$$

【0017】そして、この n 次関数を n 次の多項近似により測定点に当てはめることにより、ストリップ状透光部1a、1b、1c、1d、1eの配設間隔、すなわちストリップ状透光部2の幅 s と傾斜角度 θ の近似式

$$f(s) = \theta = \phi (-0.3s + 1.6)$$

但し、 $0.5 < \phi < 2$

を得る。ここで ϕ は、露光条件に関する定数であり、この例では、 $\phi = 1$ に相当する。その結果、

$$f(s) = \theta = -0.3s + 1.6$$

となる。また、この1次関数の逆関数

$$s = f(\theta)^{-1} = -(\theta - 1.6) / (0.3)$$

を計算することにより、任意の傾斜角度 θ を得ることが可能になる。

【0018】このようにして、ストリップ状透光部の幅のみを変更することにより、 $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$ の範囲内の任意の傾斜角度 θ を与えることができる。その結果、層間絶縁膜を介して、下部導体配線と上部導体配線が確実に接続された信頼性の高い回路基板を得ることが可能になる。なお、上記の例では、樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）にBCB樹脂を用いた場合について説明したが、BCB樹脂以外の樹脂を用いた場合にも、上記の n 次関数を導くことが可能である。

【0019】なお、本願発明において、水平方向に対する傾斜内壁面の角度 θ を $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$ の範囲としたのは、角度 θ が 1.40rad を超えると、傾斜内壁面の傾斜が不十分になり、従来の技術の欄で説明したように、ビアホール用貫通孔の形状が、図6、図7に示すような形状となって、ビアホールにおける断線故障の原因になり、また、 θ が 0.17rad 未満になると、断線故障の発生は防止できても、ビアホールの径が

大きくなりすぎて、デバイスの小型化が妨げられることによる。

【0020】また、請求項2の回路基板の製造方法は、前記上部導体配線及び下部導体配線が、Cu、Au、Ag、Al、Ni、Ti、Cr、NiCr、Nb、V、Ta、W、Pt、及びMoからなる群より選ばれた少なくとも1種を含む材料から形成されていることを特徴としている。

【0021】上部導体配線及び下部導体配線の構成材料として、Cu、Au、Ag、Al、Ni、Ti、Cr、NiCr、Nb、V、Ta、W、Pt、及びMoからなる群より選ばれた少なくとも1種を含むものを用いることにより、種々の材料の中から、所望の材料を選択して、必要な特性を備えた回路基板を確実に製造することができる。

【0022】また、請求項3の回路基板の製造方法は、前記樹脂絶縁膜が、ポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテン、ビスマレイミドトリアジン、アクリル、及び環状オレフィン系樹脂からなる群より選ばれた少なくとも1種を含む材料から形成されていることを特徴としている。

【0023】樹脂絶縁膜として、ポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテン、ビスマレイミドトリアジン、アクリル、及び環状オレフィン系樹脂からなる群より選ばれた少なくとも1種を含むものを用いることにより、必要な絶縁性を備えた樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）を確実に形成することが可能になり、本願発明を実効あらしめることが可能になる。

【0024】また、請求項4の回路基板の製造方法は、前記第4の工程において、樹脂絶縁膜上に上部導体配線を形成するにあたって、真空蒸着法、スパッタリング法、及びメッキ法のいずれかの方法を用いることを特徴としている。

【0025】樹脂絶縁膜上に上部導体配線を形成するにあたって、真空蒸着法、スパッタリング法、及びメッキ法のいずれかの方法を用いることにより、ビアホールにおける接続信頼性の高い回路基板を確実に製造することが可能になる。

【0026】また、請求項5の回路基板の製造方法は、前記フォトマスクとして、前記傾斜内壁面の上端側エッジ部と略平行になるように複数のストリップ状透光部が配設され、かつ、傾斜内壁面への露光量が、前記傾斜内壁面の下方側から上方側に向かって徐々に増大するように、各ストリップ状透光部の幅が、前記傾斜内壁面の下方側に対応するものから、上方側に対応するものに向かって徐々に大きくなるように構成されたフォトマスクを用いることを特徴としている。

【0027】フォトマスクとして、傾斜内壁面の上端側エッジ部と略平行になるように複数のストリップ状透光部が配設され、各ストリップ状透光部の幅が、傾斜内壁

(5)

特開2002-353160

7

面の下方側に対応するものから、上方側に対応するものに向かって徐々に大きくなるように構成されたフォトマスクを用いることにより、傾斜内壁面への露光量を、傾斜内壁面の下方側から上方側に向かって徐々に増大させることが可能になり、ビアホール用貫通孔の内壁面に所望の傾斜角度を持たせて、断面形状が逆台形のビアホール用貫通孔を形成することが可能になる。

【0028】また、請求項6の回路基板の製造方法は、前記ストリップ状透光部の幅が、樹脂絶縁膜の厚みの1/4~1/20の範囲にあり、かつ、各ストリップ状透光部の間隔が、樹脂絶縁膜の厚みの1/4~1/20の範囲にあることを特徴としている。

【0029】ストリップ状透光部の幅を、樹脂絶縁膜の厚みの1/4~1/20の範囲とし、ストリップ状透光部の間隔を樹脂絶縁膜の厚みの1/4~1/20の範囲とすることにより、ビアホール用貫通孔の内壁面に確実に所望の傾斜を持たせて、断面形状が逆台形のビアホール用貫通孔を形成することが可能になる。

【0030】また、請求項7の回路基板の製造方法は、前記ストリップ状透光部の本数が、2~10本であることを特徴としている。

【0031】ストリップ状透光部の本数を2~10本とすることにより、それほど複雑なパターンを備えたフォトマスクを必要とすることなく、断面形状が逆台形で、傾斜内壁面の傾斜角度が $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$ の範囲のビアホール用貫通孔を備えた回路基板を効率よく製造することが可能になる。

【0032】また、本願発明（請求項8）の回路基板は、請求項1~7のいずれかに記載の方法により製造され、基板上に下部導体配線、樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）、及び上部導体配線が配設され、かつ、樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）に形成されたビアホールを介して、下部導体配線と上部導体配線が接続された構造を有する回路基板であって、所定方向に切断した場合の、前記ビアホールを構成する貫通孔（ビアホール用貫通孔）の断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の基板表面に対する傾斜角度 θ が $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$ の範囲にあることを特徴としている。

【0033】本願発明の回路基板は、ビアホールを構成する貫通孔（ビアホール用貫通孔）の断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の傾斜角度 θ が $0.17\text{rad} < \theta < 1.40\text{rad}$ の範囲にあるので、ビアホールを介して下部導体配線と上部導体配線が確実に接続された信頼性の高い回路基板を提供することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本願発明の実施の形態を示して、その特徴とするところをさらに詳しく説明する。図1は、本願発明の一実施形態にかかる回路基板の製造方法を説明するための図である。

【0035】(1)まず、基板11（図1(a)）を用意す

8

る。基板11としては、アルミナなどのセラミック基板、あるいはSiやGaAsなどの半導体基板などを用いることが可能である。なお、この実施形態においては、基板11として、Si基板を用いた。そして、この基板11の表面を、プラズマアッシングや、アセトン、イソプロピルアルコール、メタノール、エタノールなどの有機溶剤により洗浄する。

【0036】(2)次に、基板11上に、下部導体配線12を形成し、3APS（3アミノプロピルシラン）などの密着向上剤を塗布した後、ワニス状の環状オレフィン系樹脂（この実施形態では、BCB樹脂（ベンゾシクロブテン樹脂））（固形成分46%）を、1000rpmで、30秒間スピン塗布し、95℃のホットプレートにて、120秒間ベークすることにより、感光性樹脂膜13を形成する（図1(b)）。

【0037】(3)それから、この感光性樹脂膜13の上に、図2に示すようなフォトマスク10を基板11の上面側にセットし、波長365nmの紫外線を露光量840mJ/cm²で接触照射する（図1(c)）。フォトマスク10は、ガラス製で、図2に示すように、長手方向中央部には、ビアホール用貫通孔の貫通部分に対応する、略正方形の透光部（パターン）2aが配設されている。また、略正方形の透光部2aの両端側には、それぞれ5本のストリップ状透光部1a、1b、1c、1d、1eを、ストリップ状透光部（細い帯状の透光部）2と交互に、平行に配設することにより形成された、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面に対応するパターンが配設されている。なお、ストリップ状透光部1a、1b、1c、1d、1eの幅Wp1、Wp2、Wp3、Wp4、Wp5は、それぞれ1、2、3、4、5μm、ストリップ状透光部2の幅sは、いずれも1μmに設定されている。

【0038】(4)次に、感光性樹脂膜13を、32℃の恒温中で1、3、5-トリイソプロピルベンゼンを用いて現像し、さらにリンス処理を行う。それから、N₂をブローしながら800rpmにて60秒間スピン乾燥させ、さらに95℃のホットプレートにて90秒間ベークすることにより、現像液の残液を蒸発させる。その後、酸素濃度100ppm以下の窒素雰囲気中にて250℃で1時間キュアして環状オレフィン系樹脂を熱重合させる。これにより、感光性樹脂膜13が硬化し、図1(d)に示すように、ビアホール用貫通孔23を備えた、厚さが約20μmの樹脂絶縁膜13aが形成される。このビアホール用貫通孔23は、図1(d)に示すように、断面形状が逆台形状で、内壁面23aは、傾斜角度 θ が 1.25rad となっている。

【0039】(5)それから、樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）13上に、真空蒸着法、スパッタリング法、あるいはメッキ法などにより、図1(e)に示すように、上部導体配線14を形成する。

【0040】この実施形態では、上述のように、長手方

9

向中央部には、略正方形の透光部2aの両端側に配設されたストリップ状透光部1a, 1b, 1c, 1d, 1eの幅 W_{P1} , W_{P2} , W_{P3} , W_{P4} , W_{P5} が1, 2, 3, 4, 5 μ mで、その間隔(すなわち、ストリップ状透光部2の幅s)が1 μ mであるガラスマスクを用いて、露光処理を行い、基板11上の下部導体配線12上に配設されたBCB樹脂を用いた感光性樹脂膜13をパターンニングすることにより、ビアホール用貫通孔23を形成するとともに、ビアホール用貫通孔23の傾斜内

壁面23aの傾斜角度(基板表面に対する角度) θ を、

下記のn次多項近似式(式1)を用いて補正した。

【0041】

【数1】

$$f(s) = \theta = \phi \sum_{k=0}^n C_k s^k \quad (\text{式1})$$

【0042】なお、この場合における、ストリップ状透光部2の幅sとビアホール用貫通孔23の内壁面23aの水平方向に対する角度(傾斜角度) θ の関係は、図3に示すようになる。

【0043】そして、上記のn次関数、すなわち、n次多項近似式(式1)をn次の多項近似により測定点に当てはめることにより、ストリップ状透光部2の幅sと傾斜角度 θ の近似式:

$$f(s) = \theta = \phi (-0.3s + 1.6)$$

但し、 $0.5 < \phi < 2$

を得る。ここで ϕ は、露光条件に関する定数であり、この例では、 $\phi = 1$ に相当するので、

$$f(s) = \theta = -0.3s + 1.6$$

となる。また、この1次関数の逆関数:

$$s = f(s)^{-1} = -(\theta - 1.6) / (0.3)$$

を計算することにより、任意の傾斜角度 θ を得ることができる。

【0044】このようにして、ストリップ状透光部2の幅sのみを変更することにより、断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面23aの傾斜角度 θ が $0.17 \text{ rad} < \theta < 1.40 \text{ rad}$ の範囲にあるビアホール用貫通孔23を確実に形成することが可能になる。

【0045】そして、その結果、所望の傾斜角度 θ (この実施形態では、1.25rad)を有するビアホール用貫通孔23の傾斜内壁面23aに、上部導体配線14と一体に導通用電極14aが均一に形成され、下部導体配線12と上部導体配線14が確実に接続された回路基板を得ることができる。

【0046】したがって、従来のように(図6、図7参照)、内壁面64aの傾斜が不十分で、垂直に近い状態のビアホール用貫通孔64が形成されてしまい、樹脂絶縁膜(層間絶縁膜)63上に、上部導体配線65を形成した場合に、ビアホール用貫通孔64のエッジ部64bで、上部導体配線65が断線し、下部導体配線62との導通が得られなくなる事態を確実に回避することができ

(5)

特開2002-353160

10

る。

【0047】なお、上記実施形態では、樹脂絶縁膜(層間絶縁膜)にBCB樹脂を用いたが、BCB樹脂以外の樹脂を用いた場合にも、上記のn次関数を導くことができる。

【0048】また、上記実施形態では、ストリップ状透光部1a, 1b, 1c, 1d, 1eの幅 W_{P1} , W_{P2} , W_{P3} , W_{P4} , W_{P5} が1, 2, 3, 4, 5 μ mで、その間隔(すなわち、ストリップ状透光部2の幅s)が1 μ mであるフォトリソマスク10を用いたが、各ストリップ状透光部の幅を変化させたり、ストリップ状透光部2の幅sを変化させたりする、例えば、ストリップ状透光部2の幅sを2 μ m, 3 μ m, あるいは4 μ mとしたりすることも可能である。また、各ストリップ状透光部の幅を同一として、ストリップ状透光部の幅を変化させるように構成することも可能である。

【0049】また、上記実施形態では、ストリップ状透光部1a, 1b, 1c, 1d, 1e及びストリップ状透光部2がまっすぐな形状を有するフォトリソマスク10を用いた場合を例にとりて説明したが、例えば、図4に示すように、中央部の円形透光パターン22と、円弧状のストリップ状透光部21a, 21b, 21c及び円弧状のストリップ状透光部22a, 22b, 22cを備えたフォトリソマスク20を用いて、平面形状が円形で、断面形状が逆台形状のビアホール用貫通孔を形成することも可能である。

【0050】なお、本願発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、ストリップ状透光部及びストリップ状透光部の本数、基板の種類や形状、上部及び下部導体配線のパターンや構成材料、その形成方法、感光性樹脂膜の種類や塗布方法、ビアホール用貫通孔の具体的な形状などに関し、発明の趣旨の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

【0051】

【発明の効果】上述のように、本願発明(請求項1)の回路基板の製造方法は、フォトリソマスクとして、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面に対応する部分が、ストリップ状透光部とストリップ状透光部を複数本、交互に、かつ略平行に配設することにより形成されたビアホールパターンを備えたフォトリソマスクを用い、ビアホール用貫通孔の傾斜内壁面の傾斜角度 θ を、上述のn次多項近似式(式1)を用いて補正するようにしているので、断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の傾斜角度 θ が $0.17 \text{ rad} < \theta < 1.40 \text{ rad}$ の範囲にあるビアホール用貫通孔を効率よく形成することが可能になる。その結果、層間絶縁膜を介して、下部導体配線と上部導体配線が確実に接続された信頼性の高い回路基板を得ることができる。

【0052】また、請求項2の回路基板の製造方法のように、上部導体配線及び下部導体配線の構成材料とし

(7)

特開 2002-353180

11

て、Cu、Au、Ag、Al、Ni、Ti、Cr、NiCr、Nb、V、Ta、W、Pt、及びMoからなる群より選ばれる少なくとも1種を含むものを用いるようにした場合、種々の材料の中から、所望の材料を選択して、必要な特性を備えた回路基板を確実に製造することができる。

【0053】また、請求項3の回路基板の製造方法のように、樹脂絶縁膜として、ポリイミド、エポキシ、ベンゾシクロブテン、ビスマレイミドトリアジン、アクリル、及び環状オレフィン系樹脂からなる群より選ばれる少なくとも1種を含むものを用いるようにした場合、必要な絶縁性を備えた樹脂絶縁膜（層間絶縁膜）を確実に形成することが可能になり、本願発明を有効ならしめることができる。

【0054】また、請求項4の回路基板の製造方法のように、樹脂絶縁膜上に上部導体配線を形成するにあたって、真空蒸着法、スパッタリング法、及びメッキ法のいずれかの方法を用いるようにした場合、ビアホールにおける接続信頼性の高い回路基板を確実に製造することが可能になる。

【0055】また、請求項5の回路基板の製造方法のように、フォトマスクとして、傾斜内壁面の先端側エッジ部と略平行になるように複数のストリップ状透光部が配設され、各ストリップ状透光部の幅が、傾斜内壁面の下方側に対応するものから、上方側に対応するものに向かって徐々に大きくなるように構成されたフォトマスクを用いるようにした場合、傾斜内壁面への露光量を、傾斜内壁面の下方側から上方側に向かって徐々に増大させることが可能になり、ビアホール用貫通孔の内壁面に所望の傾斜角度を持たせて、断面形状が逆台形のビアホール用貫通孔を形成することができるようになる。

【0056】また、請求項6の回路基板の製造方法のように、ストリップ状透光部の幅を、樹脂絶縁膜の厚みの $1/4 \sim 1/20$ の範囲とし、ストリップ状透光部の間隔を樹脂絶縁膜の厚みの $1/4 \sim 1/20$ の範囲とした場合、ビアホール用貫通孔の内壁面に確実に所望の傾斜を持たせて、断面形状が逆台形のビアホール用貫通孔を形成することができる。

【0057】また、請求項7の回路基板の製造方法のように、ストリップ状透光部の本数を2～10本とすることにより、それほど複雑なパターンを備えたフォトマスクを必要とすることなく、断面形状が逆台形で、傾斜内壁面の傾斜角度が $0.17 \text{ rad} < \theta < 1.40 \text{ rad}$ の範囲のビアホール用貫通孔を備えた回路基板を効率よく製造することができる。

【0058】また、本願発明（請求項8）の回路基板

12

は、ビアホールを構成する貫通孔（ビアホール用貫通孔）の断面形状が逆台形状であって、傾斜内壁面の傾斜角度 θ が $0.17 \text{ rad} < \theta < 1.40 \text{ rad}$ の範囲にあるので、ビアホールを介して下部導体配線と上部導体配線が確実に接続された信頼性の高い回路基板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(e)は、本願発明の一実施形態にかかる回路基板の製造方法の主要な工程を示す図である。

10 【図2】本願発明の回路基板の製造方法を実施するのに用いたフォトマスクを示す平面図である。

【図3】ストリップ状透光部の幅とビアホール用貫通孔の傾斜内壁面の傾斜角度 θ の関係を示す図である。

【図4】本願発明において用いられるフォトマスクの他の例を示す平面図である。

【図5】ビアホール用貫通孔を形成するのに用いられる従来のフォトマスクを示す平面図である。

【図6】従来の方法で形成したビアホール用貫通孔の形状を示す断面図である。

20 【図7】従来の方法でビアホール用貫通孔を形成した場合における、下部導体配線と上部導体配線の接続状態を示す断面図である。

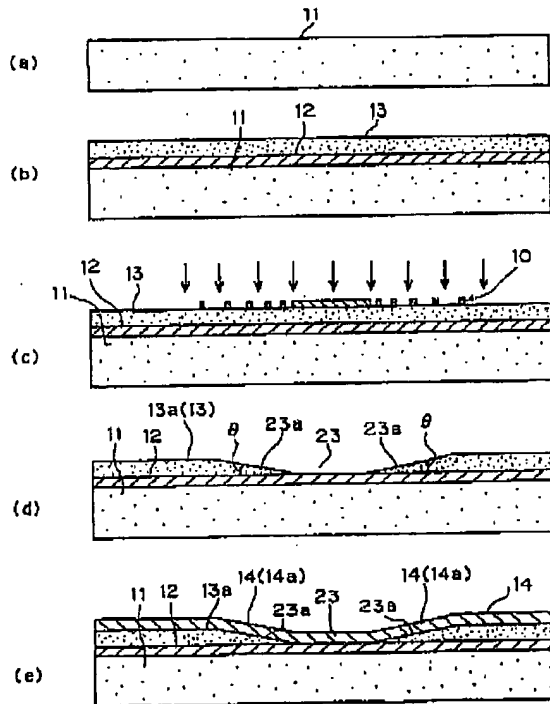
【符号の説明】

1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e ストリップ状透光部
2 ストリップ状透光部
2 a フォトマスクの長手方向中央部の略正方形の透光部
10 フォトマスク
11 基板
12 下部導体配線
13 感光性樹脂膜
13 a 樹脂絶縁膜
14 上部導体配線
14 a 導通用電極
20 フォトマスク
21 a, 21 b, 22 c 円弧状のストリップ状透光部
22 円形透光パターン
22 a, 22 b, 22 c 円弧形状のストリップ状透光部
23 ビアホール用貫通孔
23 a ビアホール用貫通孔の内壁面
s ストリップ状透光部の幅
Wp1, Wp2, Wp3, Wp4, Wp5 ストリップ状透光部の幅
 θ 傾斜内壁面の水平方向に対する角度

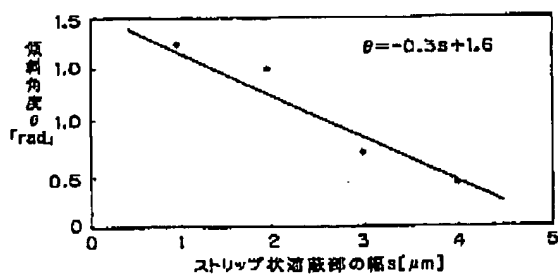
(B)

特開2002-353160

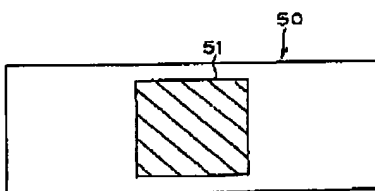
【図1】



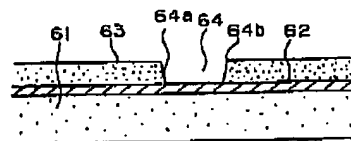
【図3】



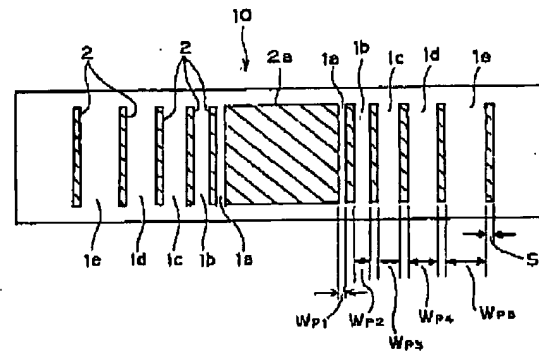
【図5】



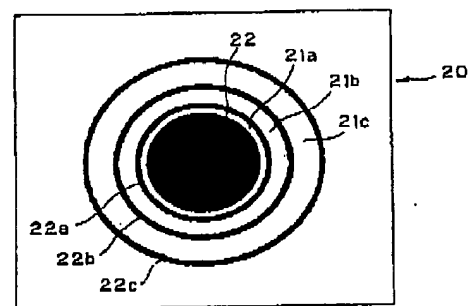
【図6】



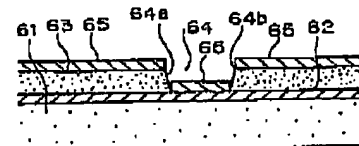
【図2】



【図4】



【図7】



(9)

特開 2002-353160

フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
H05K識別記号
3/42
610
3/46FI
H05K 3/46
H01L 21/90キーワード(参考)
N 5F033
A(72) 発明者 吉田 幸治
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内
(72) 発明者 大川 忠行
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内Fターム(参考) 2H095 BB02 BB36 BC09
2H097 GA00 LA09
4M104 AA10 BB02 BB04 BB05 BB06
BB08 BB09 BB13 BB14 BB16
BB17 BB18 CC01 DD12 DD34
DD37 DD51 EE01 EE18 HH13
5E317 AA25 BB04 BB12 BB13 BB14
BB15 BB16 BB17 BB18 CC31
CC60 CD01 CD21 CD25 GG05
5E346 AA12 AA43 CC08 CC09 CC10
CC32 CC34 CC35 CC36 CC37
CC38 CC39 CC58 DD03 DD16
DD17 DD22 EE33 FF04 FF17
GG17 GG18 GG22 HH07
5F033 GG02 GG03 HH07 HH08 HH11
HH13 HH14 HH17 HH18 HH19
HH20 HH21 HH22 JJ01 JJ07
JJ08 JJ11 JJ13 JJ14 JJ17
JJ18 JJ19 JJ20 JJ21 JJ22
KK07 KK08 KK12 KK13 KK14
KK17 KK18 KK19 KK20 KK21
KK22 NN32 PP15 PP19 PP26
QQ01 QQ09 QQ37 RR21 RR22
RR27 XX02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.